

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 47 597 A 1**

②1 Aktenzeichen: 197 47 597.3
②2 Anmeldetag: 28. 10. 97
④3 Offenlegungstag: 20. 8. 98

⑤1 Int.-Cl.⁶.....
G 03 B 21/60
H 04 N 5/74
B 05 D 5/06
B 44 F 1/02
G 09 F 19/18
// H04N 9/31, C23C
14/08, 16/40, B05D
7/14

DE 197 47 597 A 1

③0 Unionspriorität:
197052134 12. 02. 97 DE

⑦1 Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦4 Vertreter:
Einsel, M., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 38102
Braunschweig

⑦2 Erfinder:
Klages, Claus-Peter, Dr., 38102 Braunschweig, DE;
Vergöhl, Michael, Dr., 38106 Braunschweig, DE;
Weber, Andreas, Dr., 38104 Braunschweig, DE

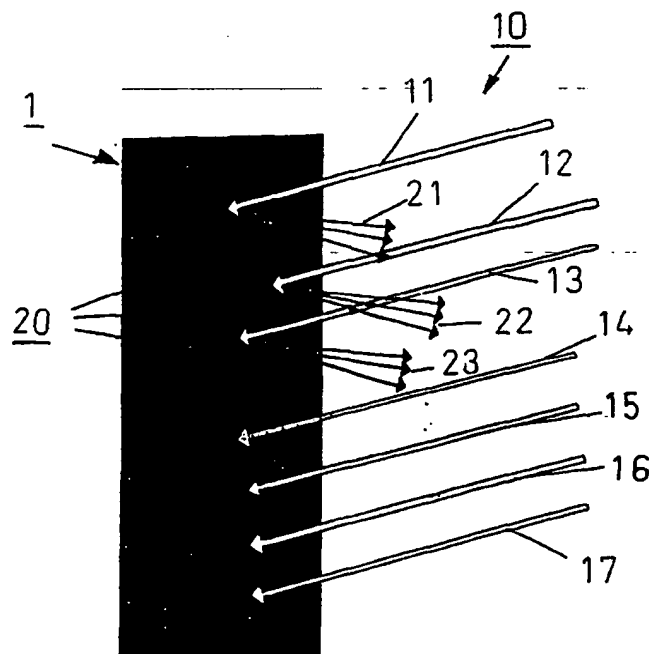
BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zur Darstellung statischer und bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand, Bildwand sowie Verfahren zur Darstellung und zur Herstellung

⑤7 Bei einer Vorrichtung zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand weist die Vorrichtung eine oder mehrere monochromatische Laserlichtquellen auf, ist eine Aufprojektion durch das Laserlicht der Laserlichtquelle auf die Bildwand vorgesehen und ist die Bildwand spektral selektiv reflektierend, wobei sie unbeeinflusst von Störlicht einer von den Wellenlängen des monochromatischen Laserlichts abweichenden Wellenlänge im wesentlichen dunkel wirkt und das monochromatische Laserlicht stark reflektiert.



DE 197 47 597 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand, die Bildwand zur Verwendung bei einer solchen Vorrichtung, ein Verfahren zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung der Bildwand bzw. der Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung der Bildwand.

Vorrichtungen zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand sind beispielsweise als Diaprojektor oder Filmprojektoren bekannt. Um projizierte Bilder möglichst unbeeinflusst von Tageslicht oder künstlicher Raumbeleuchtung betrachten zu können, sollte die Reflexion von störendem Licht möglichst gering sein. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei einer flächigen Aufprojektion farbiger Bilder mit monochromatischem Licht, wie es beispielsweise von Lasern erzeugt werden kann (Laserfernsehen, Folienprojektion mit Laserlichtquellen), Projektions- oder Bildwände wünschenswert sind, welche ein stark wellenlängenselektives Reflexionsverhalten zeigen. Unter Aufprojektion ist im Sinne der DIN 190 45 Teil 4 zu verstehen, daß sich der Betrachter auf der gleichen Seite der Leinwand oder Bildwand befindet wie der Projektor. Die Reflexion sollte also im Bereich der Wellenlängen, welche der Strahlung der monochromatischen Lichtquellen, beispielsweise der verwendeten Laserlichtquellen, welche beispielsweise eine rote, grüne und blaue Strahlung aussenden, entsprechen, nicht gering sein. Bei diesen Wellenlängen sollte die Reflexion im allgemeinen möglichst hoch sein. Für blaues Licht liegen die Wellenlängen bei etwa 430 bis 460 nm, für grünes Licht bei etwa 510 bis 540 nm und für rotes Licht bei etwa 620 bis 630 nm. Eine solche selektive Reflexion sollte für einen Abstrahlungswinkel ε_2 (definiert in DIN 19045, Teil 4) in einem Bereich von bis zu ± 45 Grad gegeben sein (siehe auch DIN 190 45, Teil 2).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand, die Bildwand selbst, ein Verfahren zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung der Bildwand sowie ein Verfahren zur Herstellung der Bildwand zu schaffen, wobei die statischen oder bewegten Bilder auf der Bildwand auch bei Tageslicht deutlich und ungestört vom Tages- oder sonstigen Umgebungslicht bzw. Störlicht wahrnehmbar sein sollen. Ein bei bekannten Projektionswänden auftretender Effekt, daß das auf die Projektionswand auftreffende Tages- oder sonstige Umgebungslicht ebenfalls von der Wand reflektiert wird und als Störlicht in das Auge des Betrachters gelangt, so daß das Bild als überstrahlt erscheint, soll vermieden werden.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß die Vorrichtung ein oder mehrere monochromatische Laserlichtquellen aufweist, daß eine Aufprojektion durch das Laserlicht der Laserlichtquellen auf die Bildwand vorgesehen ist, und daß die Bildwand spektral selektiv reflektierend ist, wobei sie unbeeinflusst von Störlicht einer von den Wellenlängen des monochromatischen Laserlichts abweichenden Wellenlänge im wesentlichen dunkel wirkt und das monochromatische Laserlicht stark reflektiert. Die Aufgabe wird durch eine Bildwand zur Verwendung bei einer solchen Vorrichtung dadurch gelöst, daß die Bildwand spektral selektiv reflektierend ist und einen Kontrast aufweist, der im Bereich der Wellenlängen λ_{0i} des monochromatischen Laserlichtes einen vorbestimmbaren oder vorbestimmten Grenzwert übersteigt, wobei der Kontrast $K(\lambda_{0i})$ der Verhältniswert von mittlerer räumlich integrierter Reflexion $\bar{R}(\lambda_{0i})$ zum Y-

Normfarbwert ist. Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand bzw. einer obengenannten Vorrichtung dadurch gelöst, daß die Bilder durch Abrastern der Bildwandfläche mit einem oder mehreren zeitlich modulierten Laserstrahlen oder durch räumliche Modulation eines oder mehrerer aufgeweiteter Laserstrahlen, insbesondere durch eine LGD-Matrix, oder nach Art einer Projektion eines auf einem durchscheinenden Trägermaterial vorgesehenen Bildes unter Verwendung des Lichtes eines oder mehrerer aufgeweiteter Laserstrahlen erzeugt werden. Ein solches Trägermaterial mit Bild kann beispielsweise ein Diapositiv oder eine Folie eines Tageslichtprojektors sein. Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Bildwand dadurch gelöst, daß ein im wesentlichen flächiges oder mit einer Topographie versehenes Substrat entweder transparent ist für alle Wellenlängen des sichtbaren Lichtes oder mit einer lichtabsorbierenden Beschichtung versehen wird, und daß ein Mehrschichtsystem auf dem Substrat direkt oder indirekt aufgebracht wird. Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen definiert.

Dadurch wird eine Vorrichtung mit einer Bildwand bzw. auch eine Bildwand geschaffen, bei der die Reflexion der Bildwand möglichst hoch (ideal $R=100\%$) für die Wellenlängen des monochromatischen Laserlichtes (insbesondere für rote, grüne und blaue Strahlung, bezeichnet als RGB-Wellenlängen) und möglichst niedrig für die übrigen Wellenlängen ist (ideal $R=0$). Vorzugsweise weist die Reflexion als Funktion des Abstrahlungswinkels ε_2 eine in gewissen vorbestimmten Grenzen wählbare Winkelcharakteristik auf.

Vorzugsweise wird eine Fläche einer Bildwand, insbesondere ein Substrat, zunächst stark absorbierend, idealerweise schwarz eingefärbt. Anschließend wird unter Verwendung eines Mehrschichtsystems mit mehreren, vorzugsweise transparenten Schichten, welche auf dem stark absorbierenden Substrat aufgebracht werden, die Reflektivität an den Wellenlängen des elektromagnetischen Spektrums erhöht, welche vom Laserlicht bzw. von den Laserlichtquellen emittiert werden.

Alternativ hierzu besteht die Möglichkeit, ein für sämtliche Wellenlängen des sichtbaren Lichtes transparentes Substrat zu verwenden und auf diesem, wie bereits beschrieben, ein Mehrschichtsystem aufzubringen, welches die Reflektivität für die Wellenlängen des monochromatischen Laserlichtes erhöht und diese außerhalb dieser Wellenlängenbereiche insbesondere zusätzlich absenkt, ähnlich der Wirkung einer Antireflexschicht.

Das Mehrschichtsystem kann zum einen direkt auf dem absorbierenden oder transparenten Substrat aufgebracht werden. Zum anderen kann das Mehrschichtsystem Bestandteil eines Pigmentes sein, welches beispielsweise in einer transparenten Lackschicht auf das Substrat aufgetragen wird.

Dadurch wird eine Bildwand geschaffen, welche spektral selektiv das von den monochromatischen Laserlichtquellen ausgesandte Laserlicht stark reflektiert, zugleich aber eine im Vergleich zu einer bekannten Projektions- oder Bildwand stark abgesenkte Helligkeit aufweist (siehe auch DIN 50 32). Infolge des dadurch auftretenden erhöhten Kontrastes wird eine Darstellung von statischen und bewegten Bildern auf der Bildwand derart ermöglicht, daß der Beobachter diese Bilder auch bei Tageslicht wahrnehmen kann. Im Idealfall erscheint die Bildwand für das Auge des Betrachters unter normaler Tageslichtbeleuchtung schwarz, bietet jedoch für das monochromatische Laserlicht die gleiche Reflexion wie eine weiße Bildwand.

Besonders bevorzugt wird eine räumlich integrierte Reflexion für das RGB-Licht von jeweils zumindest 50% so-

wie eine über den sichtbaren Spektralbereich gemittelte Reflexion von maximal 40% gewählt.

Zum Erzeugen der spektralen Selektivität der Bildwand können vorzugsweise zwei Verfahren alternativ angewendet werden. In einem ersten Verfahren kann die Bildwand besonders bevorzugt mit einem Effektlack lackiert sein, welcher in einer transparenten organischen Matrix eingebettete Pigmente, insbesondere plättchenförmige Pigmente, enthält. Die Pigmente sind mit Interferenzschichten so versehen, daß sie in einem oder mehreren der RGB-Wellenlängenbereiche stark reflektieren und in den übrigen Wellenlängenbereichen lediglich schwach reflektieren.

Vorzugsweise wird der Lackierprozeß so gewählt, daß die Pigmente in der Lackschicht eine definierte Winkelverteilung ihrer Flächennormalen um die Senkrechte auf die Bildwand herum aufweisen. Die Winkelverteilung kann (rotations-)symmetrisch oder auch unsymmetrisch sein. Die Gesamtheit der in der Lackschicht auf der Bildwand eingebetteten Pigmente kann dadurch selektiv von den Lasern ausgestrahltes Licht reflektieren. Bei dem Licht jedoch, welches eine kontinuierliche Verteilung der Wellenlängen über einen größeren Bereich aufweist, wie dies Umgebungslicht oder Hintergrundbeleuchtung tut, weisen die Pigmente vorzugsweise eine geringe Helligkeit auf.

Für diese erfindungsgemäße Verwendung geeignete Pigmente weisen beispielsweise ein transparentes Trägermaterial, insbesondere Glasplättchen oder Glimmerplättchen sowie ein ein- oder beidseitig aufgebracht Mehrschichtsystem auf. Dieses kann aus zumindest zwei transparenten Schichtmaterialien mit unterschiedlichem Brechungsindex bestehen. Diese beiden Schichtmaterialien sind dann vorzugsweise abwechselnd auf dem Trägermaterial aufgebracht. Die gewünschte selektive Reflexion für beispielsweise rotes, grünes oder blaues Licht kann, in Abhängigkeit von der Schichtsystemart, wahlweise durch ein einzelnes RGB-Pigment, durch eine Mischung aus zwei Pigmenten (RG + B oder R + GB oder RB + G) oder durch eine Mischung aus drei Pigmenten (Rot und Grün und Blau) erfüllt werden.

Die Pigmente, welche aus einem Trägermaterial mit darauf aufgeführtem geeignetem Mehrschichtsystem bestehen, können vorzugsweise durch Abscheidung von anorganischen Materialien, beispielsweise Oxiden, aus Flüssigkeiten oder durch chemische oder physikalische Gasphasenabscheidung erhalten werden. Die naßchemische und die Gasphasenabscheidung werden bevorzugt für die Herstellung von Effektpigmenten eingesetzt. Für die erfindungsgemäße Anwendung bei einer Bildwand wird besonders bevorzugt eine physikalische Gasphasenabscheidung (PVD-Verfahren, physical vapor deposition-Verfahren) vorgesehen. Die physikalische Gasphasenabscheidung gestattet eine Abscheidung von sehr dichten, stabilen Schichten, mit einer guten Reproduzierbarkeit. Besonders bevorzugt kann ein für die Beschichtung von Schüttgut adaptierter Sputterprozeß eingesetzt werden.

Alternativ hierzu besteht auch die Möglichkeit, ein geeignetes Interferenzpigment ohne ein Trägersubstrat ausschließlich durch einen PVD-Prozeß herzustellen, wobei eine geeignete Schichtfolge zunächst auf einem beispielsweise bandförmigem Substrat aufgebracht und anschließend von dem Substrat abgelöst und zerkleinert wird. Ein solches Verfahren wird beispielsweise von der Firma Flex Products angewendet.

Alternativ zur Verwendung eines selektiv reflexionserhöhenden Pigmentes, welches auf einem stark absorbierenden oder aber transparenten Substrat in einer transparenten Lackschicht aufgetragen ist, kann auch eine entsprechend vorgefertigte Fläche bzw. ein entsprechendes Substrat direkt

mit einem geeigneten mehrlagigen Schichtsystem versehen werden. Vorzugsweise wird dabei zunächst eine Schwärzung des Substrates beispielsweise durch einen entsprechend gewählten Lack, vorgenommen. Im Anschluß daran kann das geschwätzte Substrat selbst einem Beschichtungsprozeß unterworfen werden, wobei auf dem geschwätzten Substrat ein Schichtsystem aufgetragen wird, welches die gewünschten optischen Eigenschaften aufweist. Als Beschichtungsverfahren kann vorzugsweise ein Aufdampfverfahren oder ein Sputterverfahren vorgesehen werden. Das Substrat ist vorzugsweise im wesentlichen flächig und besonders bevorzugt eine mit Kunststoff imprägnierte Textilbahn. Vorzugsweise wird die Oberfläche des im wesentlichen flächigen Substrates vor dem Aufbringen des Mehrschichtsystems mit einer definierten Rauigkeit oder Oberflächentopographie versehen. Dadurch wird eine für den Betrachter unangenehme spiegelnde Reflexion vorteilhaft vermieden und zudem erreicht, daß eine Reflexion in einen definierten Abstrahlwinkelbereich erfolgt. Eine definierte Rauigkeit oder Topographie kann beispielsweise durch Verwenden eines geeigneten Textilmaterials oder aber durch einen Prägeprozeß in der auflaminierten Kunststoffschicht oder durch Verwenden eines geeignet mit Feststoffpartikeln gefüllten Lackes, oder alternativ durch eine Kombination der genannten Verfahren erzeugt werden.

Anstelle des Vorsehens eines geschwätzten Substrates kann dies ebenfalls als transparentes Substrat ausgebildet sein. Auch dabei wird die gewünschte Unterdrückung der Störlinienreflexion von dem Substrat erreicht. Besonders vorteilhaft kann dadurch auch eine Projektion auf durchsichtigen Glas- oder Kunststoffflächen erfolgen, insbesondere auf Fensterscheiben oder ähnlichem. Die Bildwand kann dadurch beispielsweise ein Head-up-Display in einem Flugzeug oder einem Simulator sein.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden im folgenden Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung beschrieben.

Diese zeigen in:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Bildwand zur Verdeutlichung der selektiven Reflexion für rotes, grünes und blaues Licht,

Fig. 2 eine Prinzipskizze der Realisierung einer erfindungsgemäßen Bildwand mit einer Interferenzpigmente enthaltenden transparenten Lackschicht vor einem dunklen Hintergrund,

Fig. 3 ein Reflexionsspektrum einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bildwand mit sechs Perioden jeweils einer hochbrechenden und einer niedrigbrechenden Schicht,

Fig. 4 ein Reflexionsspektrum einer Bildwand entsprechend Spektrum gemäß Fig. 3 bei Verwendung von Anatas anstatt Titandioxid,

Fig. 5 ein Reflexionsspektrum einer erfindungsgemäßen Bildwand bestehend aus neun Schichten von abwechselnd einer hochbrechenden und einer niedrigbrechenden Schicht und

Fig. 6 ein Reflexionsspektrum einer erfindungsgemäßen Bildwand, bei der eine Überlagerung von drei einzelnen Pigmenten in einer Lackschicht vorgesehen ist.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Ausschnittes einer erfindungsgemäß gestalteten Bildwand 1, auf welche Lichtstrahlen auftreffen. Auf die Bildwand fällt sowohl das RGB-Laserlicht in Form der Lichtstrahlen 11, 12, 13 als auch weißes Hintergrundlicht, beispielhaft durch die Pfeile 14, 15, 16, 17 dargestellt, welche Wellenlängen charakterisieren, die vom RGB-Licht verschieden sind, auf. Eine Strahlung mit Wellenlängen, die nicht exakt der von rot, grün oder blau entsprechen wird entsprechend dem angestrebten Spektral-

verlauf der Reflexion nicht reflektiert. Eine Reflexion findet lediglich für das Laserlicht mit den RGB-Wellenlängen statt. Zwar wird auch der Anteil des weißen Hintergrundlichtes, welcher diesen Wellenlängen entspricht, von der Bildwand reflektiert. Aufgrund der kleinen Halbwertsbreite dieser Reflexionspeaks (vergleiche auch Fig. 3 bis 6) ist jedoch der dadurch entstehende Helligkeitseindruck so klein, daß die Bildwand für das Auge des Betrachters bei ausgeschaltetem Laserlicht dunkel erscheint.

Eine mögliche Ausführungsform der Bildwand 1 sieht Fig. 2 vor. Hierbei ist das geschwärzte Substrat 40 mit einer transparenten Lackschicht 30 versehen, in welche Interferenzpigmente 50 eingebettet sind. Durch die einzelnen Pfeile ist wiederum eine selektive Reflexion angedeutet, wobei der oberste rote Lichtstrahl 12 nicht reflektiert wird, sondern durch das Interferenzpigment 50 hindurchtritt und von dem dunklen Substrat 40 absorbiert wird. Dasselbe gilt für den gelben Lichtstrahl 14. Lediglich der grüne Lichtstrahl 11 sowie der blaue Lichtstrahl 13 werden reflektiert an den jeweiligen Interferenzpigmenten 50. Die Winkelverteilung der Reflexion ergibt sich dabei aus der Anordnung bzw. dem Anordnungswinkel der jeweiligen Pigmente 50.

Ein derartiges beschichtetes Pigment 51 ist in vergrößerter Darstellung in der rechten unteren Bildecke dargestellt. Das Substrat 52 kann beispielsweise SiO_2 insbesondere mit einer Dicke von 200 nm bis 1 μm sein. Durch Aufbringen eines mehrlagigen Schichtsystems auf das Trägermaterial in Form des Substrates 52 (hier dargestellt durch die drei Schichten 53, 54, 55) wird ein selektiver Reflektor geschaffen, welcher vergleichbar ist mit den Funktionen eines Laserspiegels. Die Beschichtung des Trägermaterials kann naßchemisch durch eine wässrige Lösung erfolgen oder aber durch Abscheidung aus der Gasphase mittels eines chemischen Verfahrens, insbesondere des GVD-Verfahrens (chemical vapor deposition-Verfahren) oder eines physikalischen Verfahrens, insbesondere des PVD-Verfahrens (physical vapor deposition-Verfahren) erfolgen. Derartige Pigmente werden beispielsweise von der Firma Merck als aus einer wässrigen Lösung hergestellt und von der Firma BASF als durch chemische Abscheidung (CVD-Verfahren) gewonnen angeboten.

Die Besonderheit von Perlglanzpigmenten liegt darin, daß eine kohärente Reflexion vorgesehen ist. Die elektrischen Feldstärken werden dabei zum sichtbaren Gesamtlicht addiert. Die Interferenz an dünnen Schichten ist letztendlich eine Lichtteilung. Ein Indiz hierfür ist, daß in der Durchsicht jeweils die zur Reflexion komplementierende Farbe sichtbar ist. Neben dem zueinander komplementären Farben der Reflexion und der Transmission ist ein weiteres Merkmal der Interferenz an dünnen Schichten, daß sich die Farben in Abhängigkeit vom Einfallswinkel des Lichtes ändern. Bei der Herstellung der erfindungsgemäß genutzten Interferenzpigmente wird beispielsweise Glimmer mit einem Metalloxidfilm versehen. Als erstes Metalloxid wird hier beispielsweise Titanoxid genutzt. Ein Kristallgitter des Titanoxid ist das des als Anatas bezeichneten Stoffes. Durch Zusatz geringer Mengen von Zinnoxid kann die Modifikation des Rutils erzeugt werden.

Fig. 3 zeigt ein Reflexionsspektrum (Darstellung in der räumlich integrierten Reflexion über der Wellenlänge. Es wird damit der spektrale Verlauf der Reflexion eines Interferenzstapels dargestellt. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Interferenzstapel um ein Bestandteil eines Pigmentes, welches direkt auf ein entsprechendes Substrat als Grundlage der Bildwand aufgebracht wird. Auf dem Substrat 62 ist abwechselnd eine niedrigbrechende Schicht 63 und eine hochbrechende Schicht 64 angeordnet. Die Brechungsindizes der hochbrechenden und der niedrigbrechenden Schicht

64, 63 entsprechen hierbei denen von Titandioxid in der Rutilphase und Siliciumdioxid. In dieser Ausführungsform sind sechs Perioden von jeweils einer hochbrechenden und einer niedrigbrechenden Schicht 64, 63 vorgesehen. Die hochbrechende Schicht weist jeweils beispielsweise eine Schichtdicke von 496 nm auf, wohingegen die niedrigbrechende Schicht eine Schichtdicke von 217 nm aufweist. Durch die selektive Absenkung der Reflexion aufgrund der unterschiedlichen, übereinandergeschichteten hoch- und niedrigbrechenden Schichten wird die Helligkeit L^* (L^* , a^* und b^* sind nach DIN 5302 für D 65 Beleuchtung berechnet worden) auf einen Wert von 67 (wobei der Normwert eines Lambert-Strahlers mit konstanter Reflektivität von 100% bei 100 liegt), der Y-Normfarbwert von dem Normwert 100 auf 37,6 reduziert. Der Kontrast K, definiert als das Verhältnis von RGB-Reflektivität zu Y-Normfarbwert für die Projektion, erhöht sich dementsprechend um einen Faktor von 2,7, wobei eine Bildwand mit einer spektral konstanten Reflektivität einen Kontrast von 1,0 aufweist.

Anstelle des Vorsehens eines Pigmentes 60 kann aber auch der Interferenzstapel ein Schichtsystem sein, welches direkt auf ein geeignetes Substrat als Grundlage der Bildwand aufgebracht wird.

Die unterste Schicht 62 kann beispielsweise aus Glimmer oder Siliciumdioxid oder einem anderen Substrat bestehen. Diese Schicht geht nicht in die Berechnung ein, wobei das Substrat als halbumendliches Medium gilt.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bildwand 1 untersucht, bei der die hochbrechende Titandioxidschicht in der Anatas-Phase vorliegt. Alle übrigen Bedingungen entsprechen den zu Fig. 3 geschilderten. Durch die Verwendung eines alternativen hochbrechenden Materials werden die einzelnen Peaks schmaler und zugleich die Amplituden kleiner im Vergleich zu dem Spektrum gemäß Fig. 3. Da das hier gezeigte Schichtsystem 64 eine geringere Helligkeit L^* bzw. einen geringeren Normfarbwert Y aufweist als das Schichtsystem 64 gemäß Fig. 3, die RGB-Reflektivität jedoch nur wenig abgesenkt wird, ist die Verstärkung des Kontrastes zusätzlich erhöht. Im Mittel wird der Kontrast in der Ausführungsform gemäß Fig. 4 um einen Faktor von 5,3 erhöht.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Reflexionsspektrum einer alternativen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bildwand 1. Bei dieser Ausführungsform sind neun verschiedene Schichten 71–79 vorgesehen. Die einzelnen Schichtdicken sind dabei im Unterschied zu den Fig. 3 und 4 nicht periodisch vorgesehen. Die unterste hochbrechende Schicht 71 hat eine Schichtdicke von 260 nm, die darüber vorgesehene niedrigbrechende Schicht 72 eine Schichtdicke von 420 nm, die darüber vorgesehene hochbrechende Schicht 73 eine Schichtdicke von 380 nm, die darüber vorgesehene niedrigbrechende Schicht 74 eine Schichtdicke von 100 nm, die darüber vorgesehene hochbrechende Schicht 75 eine Schichtdicke von 600 nm, die wiederum darüber vorgesehene niedrigbrechende Schicht 76 eine Schichtdicke von 100 nm, die darüber vorgesehene hochbrechende Schicht 77 eine Schichtdicke von 380 nm, die darüber vorgesehene niedrigbrechende Schicht 78 eine Schichtdicke von 420 nm und die als oberstes vorgesehene hochbrechende Schicht 79 eine Schichtdicke von 260 nm. Die Helligkeit L^* reduziert sich dadurch auf einen Betrag von 52, der Y-Normfarbwert auf einen Wert von 20. Der Kontrast erhöht sich unter Berücksichtigung der reduzierten Remission für das RGB-Licht um einen Faktor von 2,5.

In Fig. 6 ist das Reflexionsspektrum einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bildwand 1 dargestellt. Hierbei sind drei verschiedene Sorten Pigmente 80, 90, 100 in einer Lackschicht eingebracht. Jedes dieser Pig-

mente weist eine eigene Beschichtung auf und reflektiert nur einen einzigen eng begrenzten Wellenlängenbereich. Beispielsweise sind 16 Perioden von jeweils einer niedrigbrechenden Schicht 82, 92, 102 sowie einer hochbrechenden Schicht 83, 93, 103 auf einem Träger 81, 91, 101 aufgetragen. Als Material wird beispielsweise ein System $\text{Si}_{1-x-y}\text{O}_x\text{N}_y$ mit variabler Schichtdicke verwendet, bei dem sich der Brechungsindex durch Variation der Nitridkonzentration Y einstellen läßt. Die Helligkeit reduziert sich dadurch auf $L^*=33$, der Y-Normfarbwert auf $Y=7,87$. Der Kontrast erhöht sich dabei um einen Faktor von 5. Bei dem verwendeten Material sind die Schichtdicken um die Nitridkonzentrationen unterschiedlich wählbar.

Bezugszeichenliste

1 Bildwand	
10 Lichtstrahlen, einfallend	
11 grüner Lichtstrahl	
12 roter Lichtstrahl	20
13 blauer Lichtstrahl	
14 weißes Hintergrundlicht	
15 weißes Hintergrundlicht	
16 weißes Hintergrundlicht	
17 weißes Hintergrundlicht	25
20 Lichtstrahlen, reflektiert	
21 grünes Lichtbündel	
22 rotes Lichtbündel	
23 blaues Lichtbündel	
30 Lackschicht, transparent	30
40 geschwärztes Substrat	
50 Interferenzpigmente	
51 vierschichtiges Pigment	
52 unterste Schicht (Trägermaterial)	
53 mittlere erste Schicht	35
54 mittlere zweite Schicht	
55 obere Schicht	
60 Interferenzstapel	
62 Substrat des Interferenzstapels	
63 niedrigbrechende Schicht	40
64 hochbrechende Schicht	
71 hochbrechende Schicht	
72 niedrigbrechende Schicht	
73 hochbrechende Schicht	
74 niedrigbrechende Schicht	45
75 hochbrechende Schicht	
76 niedrigbrechende Schicht	
77 hochbrechende Schicht	
78 niedrigbrechende Schicht	
79 hochbrechende Schicht	50
80 Interferenzstapel	
81 Trägermaterial	
82 niedrigbrechende Schicht	
83 hochbrechende Schicht	
90 Interferenzstapel	55
91 Trägermaterial	
92 niedrigbrechende Schicht	
93 hochbrechende Schicht	
100 Interferenzstapel	
101 Trägermaterial	60
102 niedrigbrechende Schicht	
103 hochbrechende Schicht	

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine oder meh-

rere monochromatische Laserlichtquellen aufweist, daß eine Aufprojektion des Laserlichts der Laserlichtquellen auf die Bildwand vorgesehen ist, und daß die Bildwand spektral selektiv reflektierend ist, wobei sie unbeeinflusst von Störlicht einer von den Wellenlängen des monochromatischen Laserlichts abweichenden Wellenlänge im wesentlichen dunkel wirkt und das monochromatische Laserlicht stark reflektiert.

2. Bildwand zur Verwendung bei einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildwand spektral selektiv reflektierend ist und einen Kontrast aufweist, der im Bereich der Wellenlängen λ_{0i} von monochromatischem Laserlicht einen vorbestimmbaren oder vorbestimmten Grenzwert übersteigt, wobei der Kontrast $K(\lambda_{0i})$ der Verhältniswert von mittlerer räumlich integrierter Reflexion $\bar{R}(\lambda_{0i})$ zum Y-Normfarbwert ist.

3. Bildwand nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildwand ein absorbierendes oder transmittierendes Substrat aufweist.

4. Bildwand nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildwand zum Erzeugen der spektralen Selektivität selektiv reflexionserhöhende Pigmente aufweist oder eine direkte, selektiv reflexionserhöhende Beschichtung mit zumindest zwei Schichten aufweist.

5. Bildwand nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß selektiv reflexionserhöhende Pigmente auf einer absorbierenden Schicht vorgesehen sind.

6. Bildwand nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine direkte, selektiv reflexionserhöhende Beschichtung auf einer absorbierenden Schicht vorgesehen ist.

7. Bildwand nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß selektiv reflexionserhöhende Pigmente auf einer transparenten Schicht vorgesehen sind.

8. Bildwand nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine direkte, selektiv reflexionserhöhende Beschichtung auf einer transparenten Schicht vorgesehen ist.

9. Bildwand nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente in einer Lackschicht angeordnet sind.

10. Bildwand nach Anspruch 5 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente vorbestimmbare und wählbare Abstrahlungswinkel aufweisen und daß eine einstellbare Winkelverteilung der Pigmente vorgesehen ist.

11. Bildwand nach einem der Ansprüche 5, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente naßchemisch hergestellt sind.

12. Bildwand nach einem der Ansprüche 5, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente in einer Gasphase hergestellt sind.

13. Bildwand nach einem der Ansprüche 5 oder 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente plättchenförmig sind.

14. Bildwand nach einem der Ansprüche 5 oder 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente kugelförmig sind.

15. Bildwand nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein dielektrisches Schichtsystem als Beschichtung vorgesehen ist, welches ein oder mehrere metallische Schichten und/oder Oxide oder Nitride von Silizium, Aluminium, Titan, Zirkon oder Hafnium aufweist.

16. Bildwand nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Aufdampfen hergestellt ist.
17. Bildwand nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Sputtern hergestellt ist. 5
18. Bildwand nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung naßchemisch hergestellt ist.
19. Bildwand nach einem der Ansprüche 2 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die absorbierende Schicht eine vorbestimmte anwendungsspezifisch angepaßte Oberflächentopographie aufweist. 10
20. Bildwand nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächentopographie durch Vorsehen eines Textilmaterials mit ausgewählt angepaßter Strukturierung erzeugt ist. 15
21. Bildwand nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die angepaßte Oberflächentopographie durch Vorsehen eines Kunststoffmaterials mit einer durch mechanische Bearbeitung vorbestimmt strukturierten Oberfläche erzeugt ist. 20
22. Bildwand nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächentopographie durch Vorsehen einer absorbierenden Beschichtung mit angepaßt ausgewählter oder erzeugter Strukturierung erzeugt ist. 25
23. Bildwand nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente in einer Lackschicht vorgesehen sind.
24. Bildwand nach Anspruch 7 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente vorbestimmbare und wählbare Abstrahlungswinkel aufweisen und daß eine einstellbare Winkelverteilung der Pigmente vorgesehen ist.
25. Bildwand nach einem der Ansprüche 7, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die selektiv reflexionserhöhenden Pigmente naßchemisch hergestellt sind. 35
26. Bildwand nach einem der Ansprüche 7, 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente in einer Gasphase hergestellt sind.
27. Bildwand nach einem der Ansprüche 7 oder 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente plättchenförmig sind. 40
28. Bildwand nach einem der Ansprüche 7 oder 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente kugelförmig sind. 45
29. Bildwand nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein dielektrisches Schichtsystem als Beschichtung vorgesehen ist, welches ein oder mehrere metallische Schichten und/oder Oxide oder Nitride von Silizium, Aluminium, Titan, Zirkon oder Hafnium aufweist. 50
30. Bildwand nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Aufdampfen hergestellt ist.
31. Bildwand nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Sputtern hergestellt ist. 55
32. Bildwand nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung naßchemisch hergestellt ist.
33. Bildwand nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 23 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die transparente Schicht eine vorbestimmte anwendungsspezifisch angepaßte Oberflächentopographie aufweist. 60
34. Bildwand nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächentopographie durch Prägen der Substratschicht geschieht. 65
35. Bildwand nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die angepaßte Oberflächentopographie

- durch Vorsehen eines Kunststoffmaterials mit einer durch mechanische Bearbeitung vorbestimmt strukturierten Oberfläche erzeugt ist.
36. Bildwand nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächentopographie durch Vorsehen einer transparenten Beschichtung mit angepaßt ausgewählter oder erzeugter Strukturierung erzeugt ist.
37. Verfahren zur Darstellung statischer oder bewegter Bilder unter Verwendung einer Bildwand gemäß einem der Ansprüche 2 bis 36 und/oder einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bilder durch Abrastern der Bildwandfläche mit einem oder mehreren zeitlich modulierten Laserstrahlen oder durch räumliche Modulation eines oder mehrerer aufgeweiteter Laserstrahlen, insbesondere durch eine LCD-Matrix, oder nach Art einer Projektion eines auf einem durchscheinenden Trägermaterial vorgesehenen Bildes unter Verwendung des Lichtes eines oder mehrerer aufgeweiteter Laserstrahlen erzeugt werden.
38. Verfahren zum Herstellen einer Bildwand nach einem der Ansprüche 2 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß ein im wesentlichen flächiges und/oder mit einer Topographie versehenes Substrat (40) entweder transparent ist für alle Wellenlängen des sichtbaren Lichtes oder mit einer lichtabsorbierenden Beschichtung versehen wird, und daß ein Mehrschichtsystem auf dem Substrat direkt oder indirekt aufgebracht wird.
39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat mit einer Lackschicht versehen wird, welche in einer transparenten organischen Matrix eingebettete plättchenförmige Pigmente enthält, welche mit Interferenzschichten versehen sind.
40. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Pigmente in der Lackschicht während des Lackierungsprozesses mit einer definierten Winkelverteilung ihrer Flächennormalen um die Senkrechte auf die Bildwand herum versehen werden.
41. Bildwand nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat geschwärzt wird, und daß auf dem geschwärzten Substrat ein Schichtsystem mit den gewünschten optischen Eigenschaften aufgetragen wird.
42. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das transparente Substrat mit dem Schichtsystem mit den gewünschten optischen Eigenschaften beschichtet wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

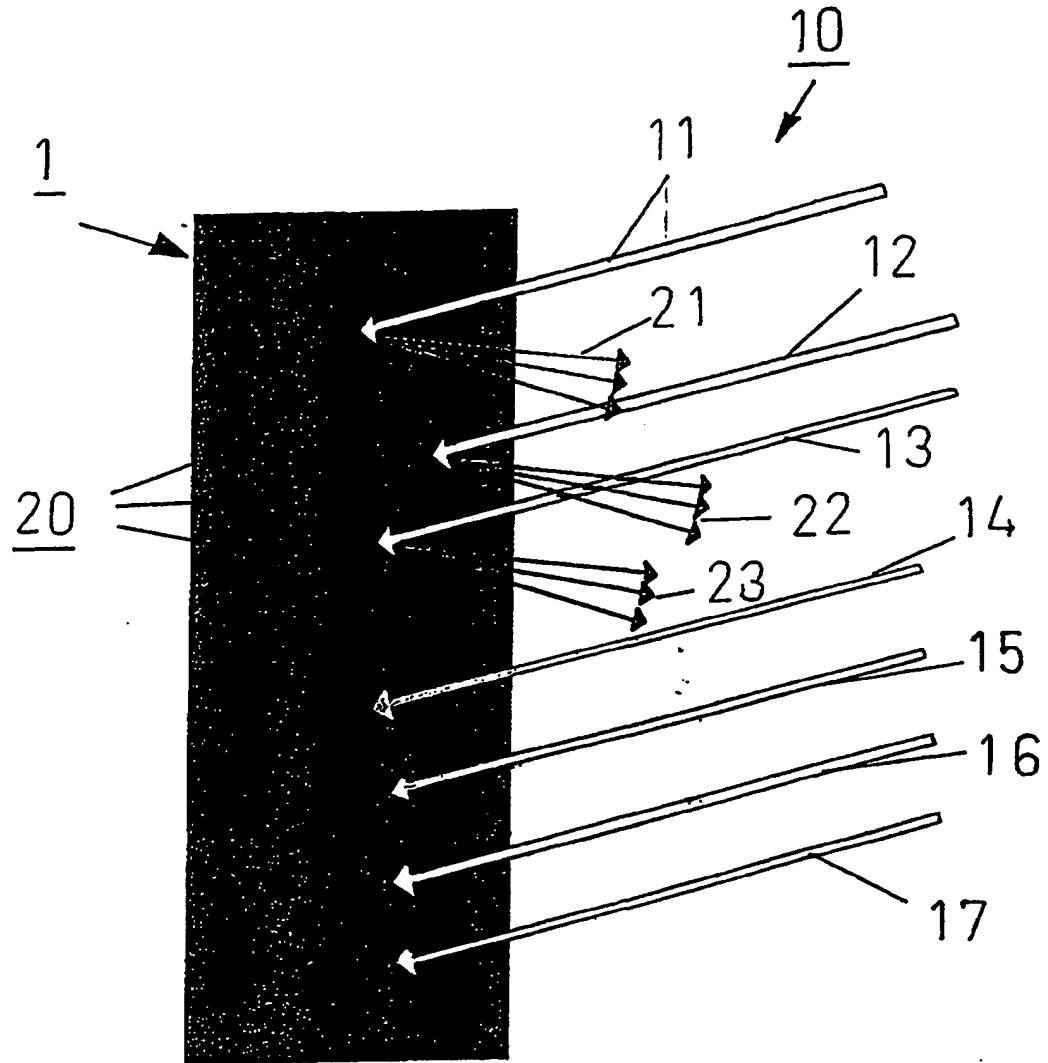


Fig. 1

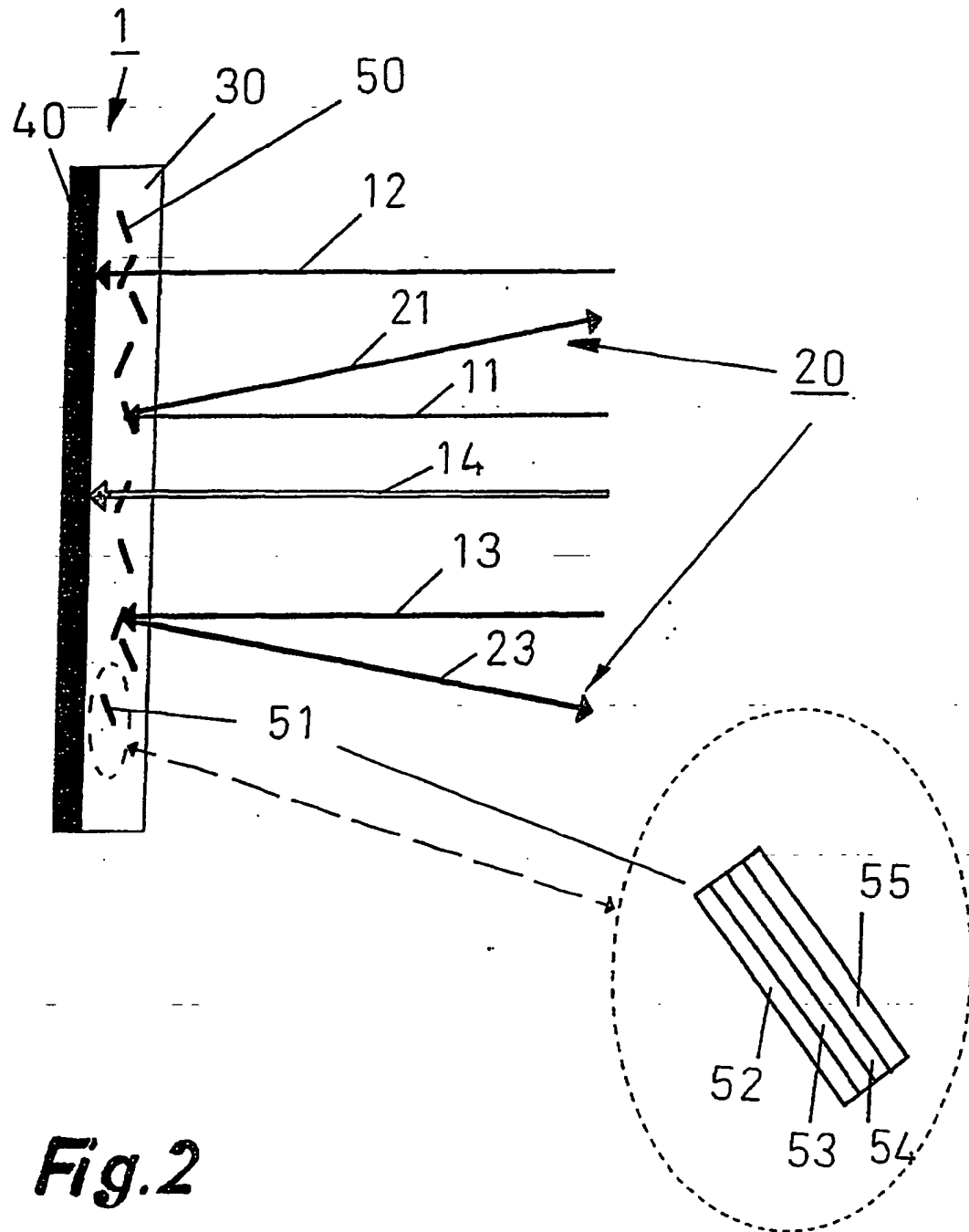


Fig.2

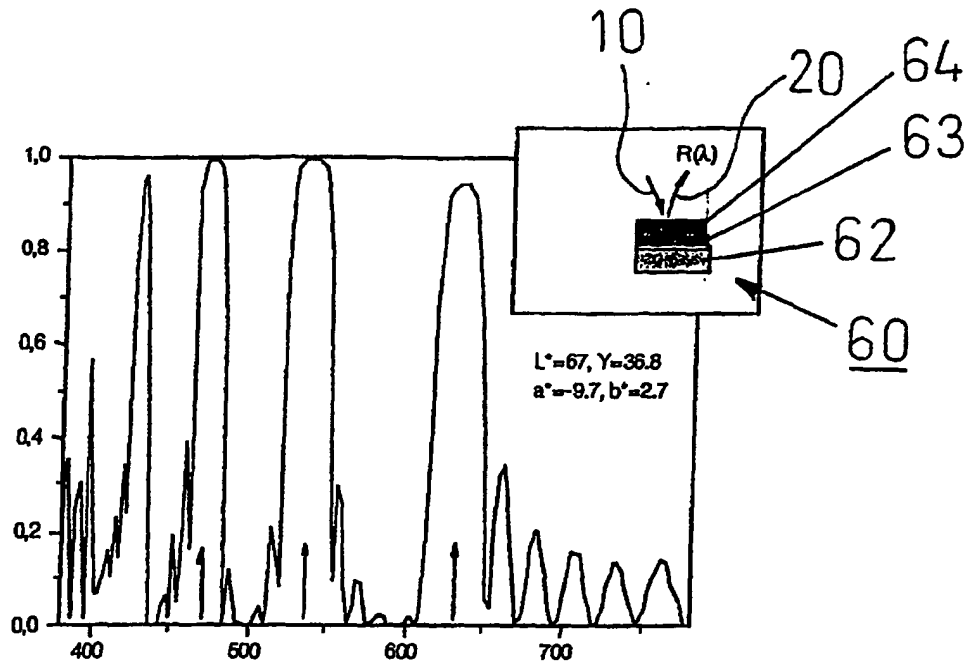


Fig. 3

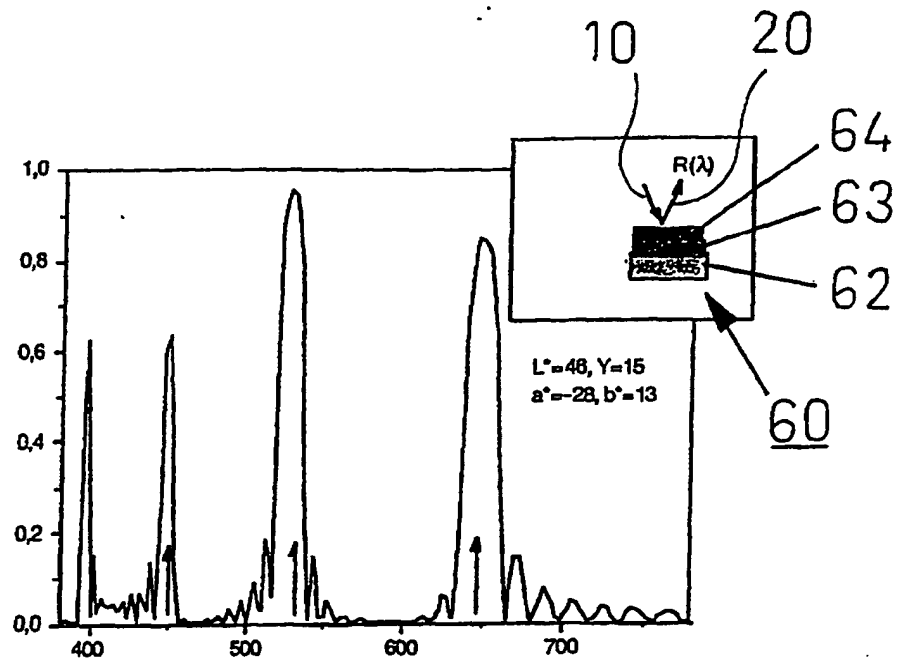


Fig. 4

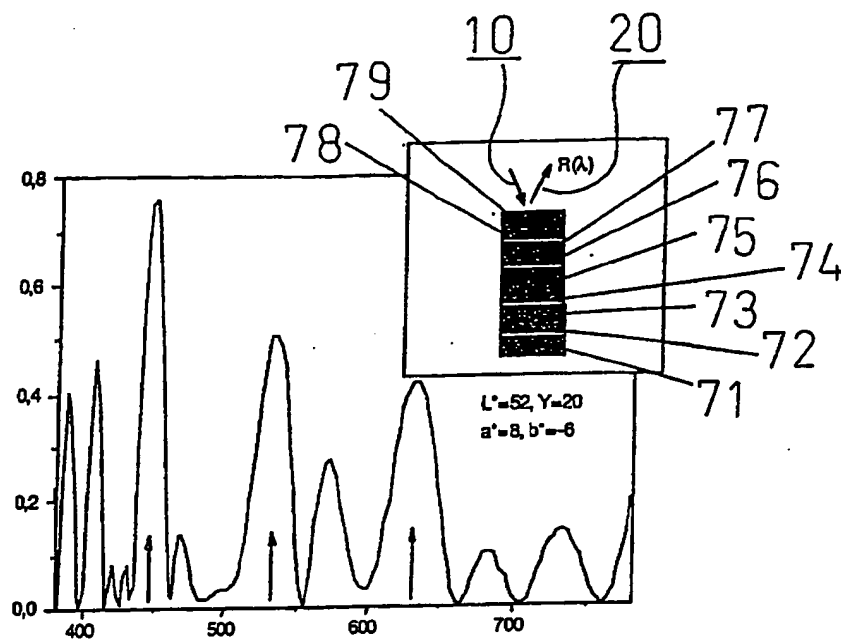


Fig. 5

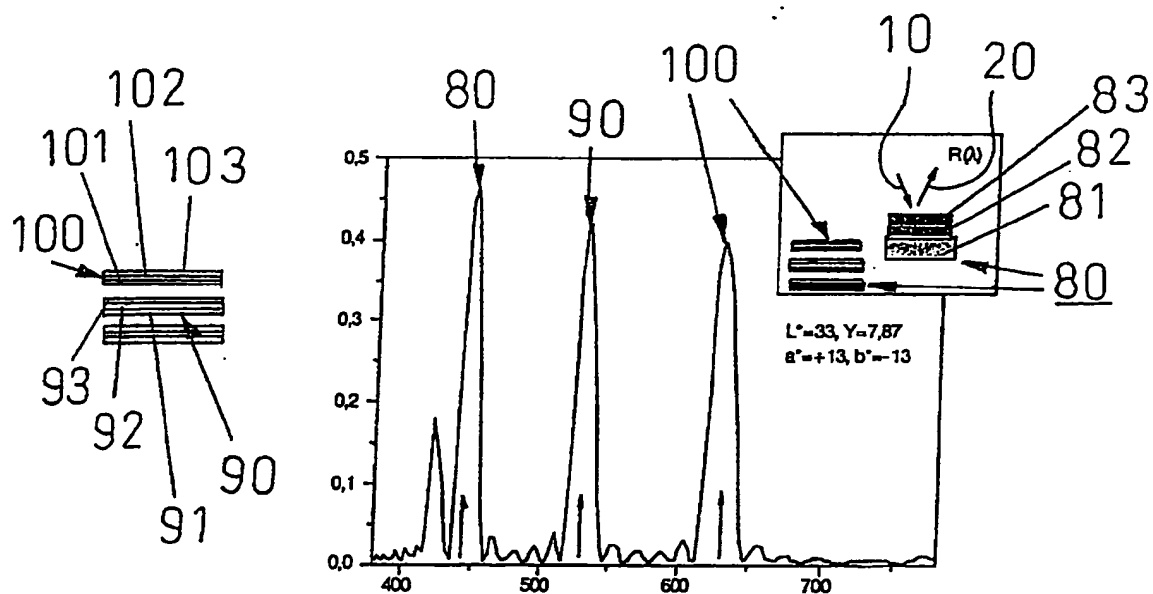


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.